

공동주택단지의 지반구조에 따른 수목 생육 상태 비교 연구

Comparative Study on the Growth Condition of Landscape Woody Plants according to the Ground Structure of Apartment Complex, Incheon, Korea

조성호¹ · 이경재² · 한봉호² · 노태환³

¹SK임업 사업개발팀, ²서울시립대학교 조경학과, ³서울시립대학교 대학원 조경학과

서론

아파트단지 고밀화와 단지내 주차장 관련 법규의 강화는 지상공간의 토지이용에 큰 변화를 가져왔다. 아파트 옥외 녹지공간에 대한 입주자의 욕구 역시 증가하고 있고, 한정된 부지에 서로 경쟁적인 관계에 놓인 주차공간과 녹지공간에 대한 수요를 동시에 충족시키기 위해서는 주차장 지하화가 불가피하며, 이로 인해 녹지 및 옥외시설공간이 인공지반에 조성되고 있다(김유일, 1998).

시기별로 보면 1980년대 이후 공동주택단지의 용적율이 증가함에 따라 고층아파트단지로 변화하면서 단위면적당 세대수 증가는 주차장 확대에 이어졌고, 1990년대에 지하 주차장이 의무화되면서 지반이 자연지반에서 인공지반으로 변화하였다. 공동주택단지의 지반구조는 1991년부터 주차 공간 확보를 위한 지하 주차장 의무화로 완충녹지를 제외한 녹지는 인공지반 구조로 변화하였다. 또한 도심지역 주택용 토지가 부족한 현실에서 미래에도 인공지반구조가 유지 될 것으로 판단된다(이동욱, 2009).

이와 더불어 인공지반 등의 옥외 공간에 식재되는 조경수목에 대하여 주민의 관심도 높아지고 있어 주거공간에 대한 조경 수목은 아주 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 식재공사가 완료된 수목의 생육은 자연적 환경과 인위적 환경의 영향을 받아 생육함으로 각 수목에게 부여된 기능과 고유의 성장특성을 발휘해야 그 가치가 상승된다. 그러나 인공지반이라는 인위적 환경요인 하에서는 조경수목이 정상적인 생육을 하는데 있어 지장을 받고 있다.

인공지반에서의 수목생육이 일반 공원 등 자연지반의 녹지공간에 식재된 수목과 그 생육변화가 다르게 나타나며,

이러한 지반조건으로 인해 수목하자나 생육저하의 특성이 나타나고 있다.

따라서 본 연구는 공동주택단지 지반구조에 따른 수목의 생육상태를 비교하기 위하여 자연지반과 인공지반 환경을 가진 대상지를 선정하여, 환경인자, 지반의 구조, 배수방법 등이 수목생육에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 또한 자연지반과 인공지반 동시에 식재된 수목을 대상으로 준공 후 7년이 경과한 시점에 지반별로 수목의 생육상태를 비교 분석하여 수목 생육 환경에 적합한 인공지반의 구조 및 배수방법, 적절한 수종의 도입방안 등을 제시하는 것을 연구의 목적으로 하였다.

재료 및 방법

1. 연구내용

공동주택단지 지반구조에 따른 수목 생육 상태 비교 연구는 인공지반에서의 수목 생육 상태, 공동주택단지의 식재구조 및 수목의 생장에 영향을 미치는 환경인자에 관한 이론적 고찰을 수행한 후 연구대상지를 선정하였다. 인공지반 구조, 수목 성장상태, 수목 피해도, 가지생장량 등을 비교 조사분석하고 인공지반과 자연지반의 배치 제시, 인공지반의 구조, 토양, 배수방안 제시, 인공지반에 적합한 수종 선정 방안 등을 제시하였다.

인공지반 수목생육특성분석을 위한 연구대상지 준공도면을 이용하여 식재 지반구조, 배수구조 및 식재도면을 분석하였다. 분석한 결과를 바탕으로 식재수목 자연지반 또는 인공지반 여부를 판단하여 조사표본목을 선정하고 대상지

표 1. 연구내용

구분	세부연구내용
연구의 이론적 고찰	<ul style="list-style-type: none"> ·인공지반 수목생육상태 ·공동주택단지 식재구조 ·수목 생장에 영향을 미치는 환경인자
연구대상지 개황	<ul style="list-style-type: none"> ·대상지 개요 ·준공 식재도면 분석 - 수목의 종류 및 지반에 따른 비율 ·식재지반 분석 - 자연지반 및 인공지반의 비율 ·표본목 선정
인공식재지반 현황 조사 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> ·지반구성 단면 검토 ·토양분석 ·배수구조 검토 ·직경성장량 비교 ·수고 및 근원경성장량 비교 ·가지성장량 비교 분석
수목피해도	<ul style="list-style-type: none"> ·수목별 수목피해도 분석
지반구조에 따른 수목식재 방안 제시	<ul style="list-style-type: none"> ·인공지반과 자연지반 배치 제시 ·인공지반 구조, 토양, 배수(인공지반의 조성방안 제시) ·지반구조에 따른 식재 수목 선정

토양조사, 수목성장상태 및 수목피해도를 조사분석하여 인공지반과 수목생육특성 관계를 규명한 후 지반구조에 따른 수목식재 방안을 제시하였다.

2. 연구방법

본 연구 대상지는 공동주택단지 중 자연지반 및 인공지반 환경을 동시에 가진 인천광역시 서구 만석동의 만석비치타운 2단지로 선정하였다.

이 공동주택단지는 대한주택공사에서 공사발주를 하고 SK건설에서 시공한 대규모 아파트 단지로서 2002년 11월 준공 후 7년이 경과하였으며, 전체 대상지 면적 49,577.3㎡, 녹지면적 11,329.95㎡이고, 녹지면적 중 자연지반은 5,362.19㎡로 비율은 47.33%, 인공지반은 5967.76㎡로 비율은 52.67%로 구성되어 있다. 현재 식재 완료 후 7년 이상 경과되어 수목 생육상태가 이식으로 인한 장애요인이 해소되고(이준복, 1998), 현지 생육조건에 적응 후 성장한 기간으로 판단되었기에 연구 대상으로 선정하였다.

연구내용에 따라 조사분석 방법을 살펴보면 자연지반과 인공지반이 같은 구조적 특성과 한계를 명확히 하고, 비교-분석 자료간 신뢰성을 높이기 위해 동일한 토양조건을 대상지를 선정하여 자연지반과 인공지반을 구분하여 수목 성장

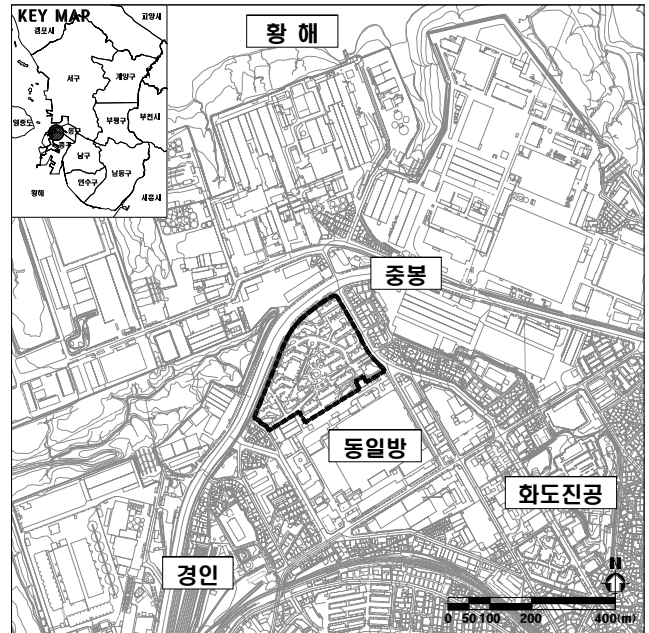


그림 1. 연구대상지 위치도

한계 차이를 분석하여 결과를 도출하고자 하였다.

조사-분석 내용은 환경인자 분석, 인공지반구조분석, 성장상태 비교 분석, 수목피해도 분석이었으며, 결과의 검증

표 2. 표본목선정

구분	수목명	규격	직경 성장	수고/ 근원경	피해 도	가지 성장
상 록 교 목	섬잣나무	H2.5×W1.2	○	○	○	
	대적송	H9~13×R30	○	○		
	스트로브잣나무	H2.5×W1.2	○	○	○	○
	서양측백	H2.5×W0.8	○	○	○	
낙 엽 교 목	구상나무	H3.0×W1.2	○	○		
	감나무	H3.0×R10	○			
	꽃아그배나무	H2.5×R6	○			
	느릅나무	H6.0×R20	○	○		
	단풍나무	H3.5×R10	○	○		
	모감주나무	H3.0×R8	○	○		
	모과나무	H2.5×R5	○	○		
	백목련	H3.0×R10	○			
	산딸나무	H2.5×R7	○	○		
	산수유	H2.5×R7	○			
	살구나무A	H2.5×R6	○	○		
	살구나무B	H3.5×R10	○	○		
	상수리나무	H3.0×R10	○	○		
	칠엽수	H2.5×R8	○			
팽나무A	H5.0×R20	○	○			
팽나무B	H4.0×R15	○	○			

은 T-Test를 실시하였다.

환경인자분석을 위해 대상지의 인공지반, 인공지반의 마운딩지역, 자연지반지역에서의 각 3개소씩 표토와 심토를 채취하여 토성, 토양산도, 양이온 치환용량, 유기물함량, 치환성 양이온, 토양삼상을 분석하였다. 기후와 수목생장과의 연관관계를 파악하기 위하여 인천기상대의 기상연보 및 기상청 인터넷홈페이지의 기상관측자료를 조사하여 연도별로 평균기온(℃), 총강수량(mm), 총일조시간(Hr)을 파악하여 수목의 성장량과 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 대상지 개황

인천광역시 서구 만석 비치타운2단지 1999년 착공하여 2002년 11월 준공하였으며, 대지면적은 49,577.3m², 층고는 14~23층, 15개동 1,273세대이었다.

준공시 식재된 전체 교목 27종 2,606주 중 자연지반에 1,251주 인공지반에 1,355주가 식재되어 인공지반의 식재 비율이 52%로 자연지반에 식재된 교목보다 다소 많이 식재되었다. 식재지반은 전체 대상지의 면적 49,577.3m²중 녹지면적은 11,329.95m²이고, 그 중 자연지반은 5,362.19m²로 비율은 47.33%, 인공지반은 5967.76m²로 비율은 52.67%로 구성되어 있다. 자연지반은 단지 외곽부와 중앙부분에 분포되어 있으며, 인공지반의 하부는 지하주차장이 형성되어 각동을 중심으로 넓게 연결되어 있었다.

2. 인공지반 구조

1) 지반 조성 단면 구조

대상지의 인공지반은 토심 900mm를 지하주차장 상부 및 지하구조물 상부에 복토를 하였으며, 추가적으로 조경공사에서 부토를 T200~500mm로 실시하였다. 따라서 대상지의

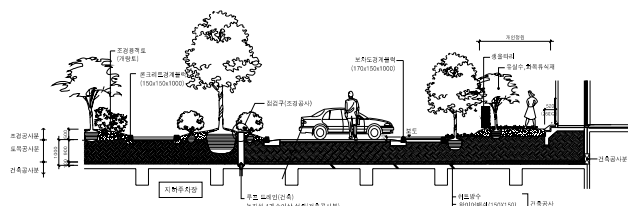


그림 2. 인공지반조성 단면도(단위: mm)

평균 식재 토심은 1,100mm로 조성되었다.

2) 토양특성

자연지반, 인공지반, 인공지반 마운딩지역의 토양 특성 중 토성은 인공지반 1개소에서는 Loamy sand이었고, 나머지 8개소 지역에서는 동일한 Sandy loam이었다. 토양삼상 분석 결과로 액상평균은 인공지반지역 30.89%, 인공지반 마운딩지역 33.88%, 자연지반 지역 24.4% 이었다. 이는 곧 동일한 토성이지만 인공지반에서의 수분함량이 자연지반보다 높은 것으로 조사 되어 대상지 인공지반의 배수구조가 자연지반과 연계된 지역이고 마운딩이 되어 토심이 깊게 형성되어도 자연지반보다 배수가 원활하지 않은 것으로 판단되었다.

3. 성장상태 비교

자연지반과 인공지반에 식재된 수목의 생육상태를 비교한 결과 수목성장량 중 직경성장량의 평균 합계는 자연지반에서 3.040mm, 인공지반에서 2.165mm로 나타나 자연지반의 수목이 인공지반보다 0.875mm, 40.4% 더 많이 성장하였다. 연도별 추이를 보면 자연지반에서는 점차적으로 연성장량이 증가하지만 인공지반에서는 점차 감소하는 추세를 보이고 있었다. 상수리나무 외 7개 수종의 경우 자연지반에서의 직경성장량이 높았고, 소나무, 모과나무, 팽나무(R20)의 경우 인공지반에서 직경성장량이 높았다.

표 3. 직경성장량 평균차이(단위: mm)

변수	자연지반			인공지반			T-Test	
	빈도	평균	표준편차	빈도	평균	표준편차	t값	유의확률
소나무	3	1.616	0.3714	3	1.665	0.3208	-0.174	0.870
스트로브 잣나무	4	3.833	0.2430	3	2.337	0.5058	5.278	0.003**
모감주	3	3.356	0.4140	3	1.472	0.66153	4.182	0.014*
살구나무	3	2.199	0.59730	3	1.897	0.8133	0.518	0.632
팽나무A	3	2.836	1.2243	3	3.157	1.429	-0.295	0.783
팽나무B	3	4.604	0.8165	3	2.383	0.6854	3.607	0.023*

*p<0.05, **p<0.01

근원경성장량을 조사한 19종의 수종 모두 자연지반에서의 성장량이 인공지반에서의 성장량보다 비슷하거나 높은 것으로 나타났다. 근원경성장량이 많은 수종은 살구나무,

꽃아그배나무, 칠엽수, 모감주나무 등으로 근원경 생장이 빠른 수종인 것으로 판단할 수 있었다. 자연지반과 인공지반간의 근원경성장량 차이가 큰 수종은 스트로브잣나무, 서양측백, 섬잣나무, 칠엽수, 백목련 순이었다. 모감주나무, 소나무, 산수유 등은 자연지반 보다 인공지반에서 근원경성장율이 높은 수종으로 판단되었다.

수종별 수고성장율을 비교하면 서양측백, 스트로브잣나무, 백목련, 감나무, 칠엽수 순으로 인공지반보다 자연지반에서 수고성장량이 높았고, 팽나무(R20), 섬잣나무, 느릅나무 등은 인공지반에서 수고성장량이 높은 것으로 조사되었다.

스트로브잣나무를 대상으로 조사한 가지성장량 및 잎부착율의 결과를 보면 자연지반에서는 매년 가지의 성장량이 일정하게 나타났으나, 인공지반에서는 점차적으로 성장량이 줄어드는 경향을 볼 수 있었으며, 매년 평균 성장량도 인공지반보다 자연지반에서 2배가량 높은 가지성장량을 보이고 있었다. 이는 지반의 구조가 스트로브잣나무의 가지생장에 영향을 주고 있다고 판단되었다.

표 4. 가지성장량 평균차이(단위: mm)

변수	자연지반			인공지반			T-Test	
	빈도	평균	표준편차	빈도	평균	표준편차	t값	유의확률
1년생	50	157.28	80.477	50	89.46	48.902	5.092	0.000**
2년생	50	215.64	82.158	50	114.70	56.837	7.145	0.000**
3년생	50	240.58	84.404	50	110.00	50.535	9.386	0.000**
4년생	50	313.52	98.468	50	120.68	56.676	12.002	0.000**
5년생	50	292.88	109.094	50	114.80	52.295	10.408	0.000**
6년생	50	218.70	70.271	50	174.64	90.028	2.728	0.008**

**p<0.01

4. 수목피해도

상록교목 중 4개수종의 지반구조별 수목피해도 조사한 결과를 종합하면 구상나무는 자연지반과 인공지반에서 모두 생육장애의 피해가 발생하였으며, 인공지반에서의 피해율이 더 높았다. 자연지반에서의 서양측백은 피해가 없었으며, 인공지반에서는 44.4%의 높은 피해율을 보이고 있었다. 섬잣나무는 자연지반에서 36.6%의 피해, 인공지반에서 55.9%의 피해가 발생해 자연지반보다 인공지반에서의 피해가 더 높게 나타났다. 스트로브잣나무는 자연지반에서

16.3%의 경피해가 발생하였고, 인공지반에서 35.9%의 피해율이 발생해 자연지반보다 인공지반에서의 생육이 2배 이상 불량한 것으로 나타났다. 수목피해율의 통계분석 검정 결과 유의한 결과가 도출 되어 식재지반에 따라 피해율의 평균치의 차이가 있었다.

표 5. 식재지반에 따른 수목피해율 평균차이

변수	자연지반			인공지반			T-Test	
	빈도	평균	표준편차	빈도	평균	표준편차	t값	유의확률
피해율	2414.735	14.3931		40	50.061	15.0856	-9.224	0.000**

**p<0.01

5. 자연지반과 인공지반 수목 생육 비교 종합 고찰

식재지반에 따른 생육 차이를 검증하기 위해 전체 조사 수종을 자연지반과 인공지반으로 구분하여 직경성장량, 근원경성장량, 가지성장량, 수고성장량의 T-Test를 실시한 결과 직경성장량은 유의수준 0.05에서 유의한 결과, 근원경성장량은 유의수준 0.01에서 고도의 유의한 결과, 가지성장량은 유의수준 0.01에서 고도의 유의한 결과, 수고성장량은 유의수준 0.01에서 고도의 유의성이 인정되어 지반구조에 따라 생육차이가 있다고 판단되었다.

표 6. 식재지반에 따른 성장량 평균차이

변수	자연지반			인공지반			T-Test	
	빈도	평균	표준편차	빈도	평균	표준편차	t값	유의확률
직경성장량	30	3.63	1.23	25	2.79	1.08	2.661	0.010*
근원경성장량	148	4.989	3.5995	152	3.235	4.4092	3.668	0.000**
수고성장량	173	2.531	1.5557	191	1.313	1.5483	7.477	0.000**

*p<0.01

6. 지반구조에 따른 수목선정

본 연구대상지의 경우 상록교목으로는 구상나무, 소나무,

낙엽교목으로는 꽃아그배나무, 모감주나무, 모과나무, 살구나무, 산딸나무, 산수유, 팽나무 등이 인공지반에서의 적응성이 높은 수종으로 선정되었으며, 이들 수종의 공통적인 특성이라 할 수 있는 항목은 T-Test결과 유의하지 않은 결과가 나온 수종으로, 뿌리 발달이 천근성, 성장속도가 느리거나 보통, 토성이 사질양토이거나 점토성, 이식이 용이한 수종의 특성을 나타내고 자연지반과 인공지반의 성장량 비율 차이가 10%내외의 수종으로 인공지반에 적합한 수종으로 제안하였다.

섬잣나무, 소나무, 꽃아그배나무, 모감주나무, 산수유 등은 지반의 구분없이 단지내 전지역에 식재 가능한 수종으로 선정되었으며, 느릅나무, 단풍나무, 팽나무 등은 인공지반에서 수고생장이 높은 수종이므로 건축물후면부와 녹음식재에 적합한 수종으로 제안하였다. 건축물 전면의 인공지반에 생육 가능한 수종으로는 모과나무, 산딸나무, 살구나무, 상수리나무 등을 제안하였다.

인공지반에서 성장량이 낮거나, 수목피해율이 높은 수종인 서양측백, 구상나무, 스트로브잣나무, 감나무, 백목련, 칠엽수 등을 인공지반에 부적합한 수종으로 선정하였다.

인용문헌

- 기상청(2004) 기상연보. 293쪽.
 기상청(2005) 기상연보. 296쪽.
 기상청(2006) 기상연보. 296쪽.
 기상청(2007) 기상연보. 309쪽.
 기상청(2008) 기상연보. 304쪽.
 기상청(2008) 기상연보. 306쪽.
 기상청(2003-2004) 기상관측자료-과거자료
 (http://www.kma.go.kr/weather/observation/past_cal.jsp)
 김유일, 오정학, 김인혜, 윤홍범(1998) 아파트단지인공지반의 계획적 평가에 관한 연구. 한국조경학회지 26(3): 297-311.
 김정호, 이경재, 김정호(2004) 용적율 변화에 따른 공동주택 단지내 녹지구조 변화특성. 환경생태학회지 18(1): 42-45.
 윤근영, 안건용(1996) 공동주택단지내 녹화용 수목의 성장특성, 한국환경과학회지, 5(3): 337-346.
 이동욱(2009) 서울시 아파트단지의 녹지배치 및 식재구조 변화 연구. 서울시립대학교 도시과학대학원 석사학위논문, 141쪽.
 이준복, 심경구(1998) 서울지역 공원녹지 식재밀도의 적정성에 관한 연구. 한국조경학회지 26(2): 219-228.